

# 中国大型火电厂DCS应用现状

卞正岗，本刊特约编辑

中国仪器仪表行业协会现场总线专业委员会教授级高工

更多相关文章，请访问以下链接：

DCS在硫酸生产和余热发电项目中的应用  
<http://blog.cechina.cn/jhlu3/215699/message.aspx>

呼和浩特热电厂#5机组DCS改造  
<http://blog.cechina.cn/netwell/214832/message.aspx>

**近**20年来，随着全球经济发展，特别是流程工业的经济总量在迅速增长，对流程工业的需求也相应迅速增长。自动化仪表和系统逐步向数字化、智能化、网络化、集成化过渡，现场仪表目前处于4~20mA DC常规仪表:HART标准仪表:现场总线仪表产量比为5:4:1的阶段，而自动化系统处于DCS:PLC:IPC:SLP（含单回路调节器、无纸记录仪、数显式仪表）比为5:3:1.5:0.5的阶段，实际上在大中型流程工业中HART、FF、PROFIBUS-PA现场仪表和DCS的应用比例更大些。本文重点研究大型火电厂用DCS，所以总的发展趋势也侧重于和自动化系统相关的技术和一些理念来进行阐述。

## 火电厂自动化的发展趋势

- 现场仪表标准之战结束，进入工程实践阶段，多种总线并存的局面已经形成。FF基金会现场总线技术主动融入DCS系统中，或者称：经过互操作性认证的DCS系统是FF

的主系统。目前已注册的有11个公司的20个主控系统，涵盖了世界上大部分DCS系统。这种理念已经得到工程实践的考验，而且形成共识，国内外已有在电厂采用现场总线的工程业绩。

- 与信息技术（IT）融合。按照COTS（商业现货技术 Commercial off-the-shelf Technology）的原则，采用快速以太网技术（包括TCP/IP等）作为厂级系统的主要网络架构。

- 系统功能安全技术在实际流程工业的自控工程中已成为不可或缺的一部分，安全仪表系统（SIS）和流程工业安全完整性等级（SIL）认证体系正在形成。SIS和DCS融合或兼容的趋势也逐渐形成。

- EDDL设备描述语言和系统集成技术以及在此基础上形成的设备管理系统（AMS）已经成为基础自动化不可分割的一部分，而且逐渐扩大资产管理范围，包括设备信息平台、智能设备管理系统、机械设备管理系统、性能检测系统等。目前资产管理系统在世界上已应用了1000多套，全生命周期的企业资产管理和工程管理的理念正在形成。

- 管控一体化和仪控、电控一体化正在统一构架下逐步实施，EPR/MES/PCS三层结构已形成共识，逐步实现基础自动化与企业信息管理的无缝集成。马达控制中心（MCC）及企业用电的配电系统等在基础模块智能化及采用现场总线技术的基础上逐步纳入以温度、压力、流量等信号为主的仪控系统中。

## 火电厂用DCS的特点

大型火电厂用DCS除去上述趋势共性外，还有它固有的个性：

- 汽机、锅炉等控制及安全要求复杂，



燃料、水、灰等相关辅助设施庞大，产生的电能受电网调度要求高等，造成用于电厂的DCS应具有回路反馈控制、顺序控制、混合控制等复杂控制功能，具有驱动多种执行机构的要求，完成复杂计算能力及先进控制（APC）功能。

■ 由于FSSS对作为事件顺序的操作记录的要求很高，而且可能是多系统组合来完成该项功能，所以SOE的带有时间戳的开关量输入设备及相关功能是必须具备的。在时间同步方面，除了DCS系统内时钟同步方式，还有目前正兴起的GPS卫星时间同步方式。

■ 由于电厂的主要产品“电能”的特殊性及电网调度和电业管理的要求，电厂已推行“火力发电厂级监控信息系统技术要求”，电厂监控信息管理系统SIS的管控一体化方式是符合国情的技术，所以DCS与之衔接问题应该进一步落实。

■ 电厂机电设备多，厂用电管理十分重要，关于仪控、电控一体化，在电厂建设中电工专业要积极地将其纳入全厂大系统中，所以DCS应适应其要求，在I/O硬件及扫描周期、人机界面及增大系统容量等方面扩大功能，加速仪控、电控一体化的进程。

大型火电厂建设周期短，对主仪表供应商（MIV）要求能完成“交钥匙”工程，所以MIV（或MAC 自主自控承包商）不仅是DCS和仪表的制造商，而且应具有电厂建设的工程经验，应该是集制造商、集成商、工程公司于一身。而且今后MIV方式会逐渐流行。另外，为了大型火电厂“瘦身”，专业的电厂自动化维修服务工程公司也应得到发展。所有这些将深刻地影响着DCS制造业的发展。

## 国外DCS系统现状

DCS系统进入21世纪，在通信和信息管理技术、集成电路技术的进步以及工艺设备大型化的影响下，在

节能环保和提高生产效率的需求下，形成了新一代的DCS，或称为第四代DCS。在电厂方面，我们重点介绍国外ABB、西门子和艾默生三家相关产品。

1、ABB——在“Industrial IT”的架构下，由ABB 贝利 Infi 90 Open 形成的Symphony系统基础上，进一步开发了800系列的新产品，推出IndustrialIT Symphony最新的DCS系统。

其中，800XA系统通过了现场总线基金会的互可操作性测试（在扩大范围的程序下的HIST测试）。800XA已有用于大型电厂的业绩。在最新微电子技术基础上，开发了采用MCF5407 CPU芯片的新一代在线控制与管理模块BRC300。主要节点类型有现场控制单元（HCU），人机系统接口操作站PGP（Power Generation Portal），系统组态和维护工具（Composer），计算机接口（ICI），网络接口单元（IIL）。网络接口单元IIL提供了多个控制网络间数据交换能力；一个控制器模块可以控制上百个回路，监视上千个过程变量；控制层网络以10 mbps的速度可在62500个节点之间传递信息，并仍具备“例外报告”等传递形式，发挥了智能数据链传输数据的优势；模块化结构可以按照工艺过程来配置DCS，保证被控制对象的独立性、完整性；系统中最基本的电缆、端子单元、电源模块，到最高层的控制模块、系统接口、通信网络、都可以冗余配置，使系统具有高可靠性；系统分层划分合理，控制与I/O分开的方式，提高了系统的可靠性；有先进而实用的工业控制算法，保留了积累多年的200多种功能码；系统设计组态方便，保留了SAMA图等方式。

ABB贝利在中国电力方面用户多达200多个，新系统和老系统兼容，这有利于以后的设备改造更新。

2、西门子——在全世界已有超过1500套控制系统装置，是成功的

电力和I&C系统供应商。在我国电站中采用西门子的Teleperm系统较多。近年在“全集成自动化”的架构下，西门子推出SPPA-T3000系统，已经在国内电厂项目陆续使用。现就SPPA-T3000系统作一介绍。

SPPA-T3000通过基于对象的设计及嵌入式组件服务（ECS），实现了全新的集成系统体系结构。使用XML和Java技术，其应用不受任何操作系统或硬件平台兼容性的限制，信息从最底层的现场设备直达控制室、办公室或企业层，无需通过不同网关或软件接口，消除映射数据交换和子系统通讯，避免了额外的处理时间、管理负荷及多重软件版本而导致的多重故障点和更多的维护工作。SPPA-T3000提供了一个用于工程设计、组态、调试运行诊断和服务的单一用户界面，每个对象都嵌入了所有必要的信息和接口，无需授权软件。简便的系统体系结构允许软硬件的即插即用，还采用了大量新技术，例如嵌入式互联网技术、TCP/IP通讯等，提供了与公司信息管理一起开发I&C结构的可能性。横向集成可以做到从项目投标阶段到运行维护阶段，SPPA-T3000总是提供相同的用户接口和功能，信息只记录一次，然后在项目的设计等阶段一直沿用，做到支撑整个生命周期，能够做到不同地点的工程师采用远程访问同时工作。软件体系结构方面，由于采用了ECS方式，没有中央数据库来存储或编辑数据，因此不会引起性能或容量的瓶颈，形成了一个组合单元进行数据的无缝集成和交换。人机接口站可以采用标准PC、笔记本电脑、移动PAD，无需装任何系统软件，软件体系结构的主要优势总结为：全集成（任何时间的一致性视图，无子系统界定，集成汽轮机控制系统）、硬件平台无关性、开放性。硬件体系结构方面，有如下四项组件层构成：用户接口（站）、电力服务（器）、网络（包

括工业以太网及PROFIBUS-DP)、过程接口。

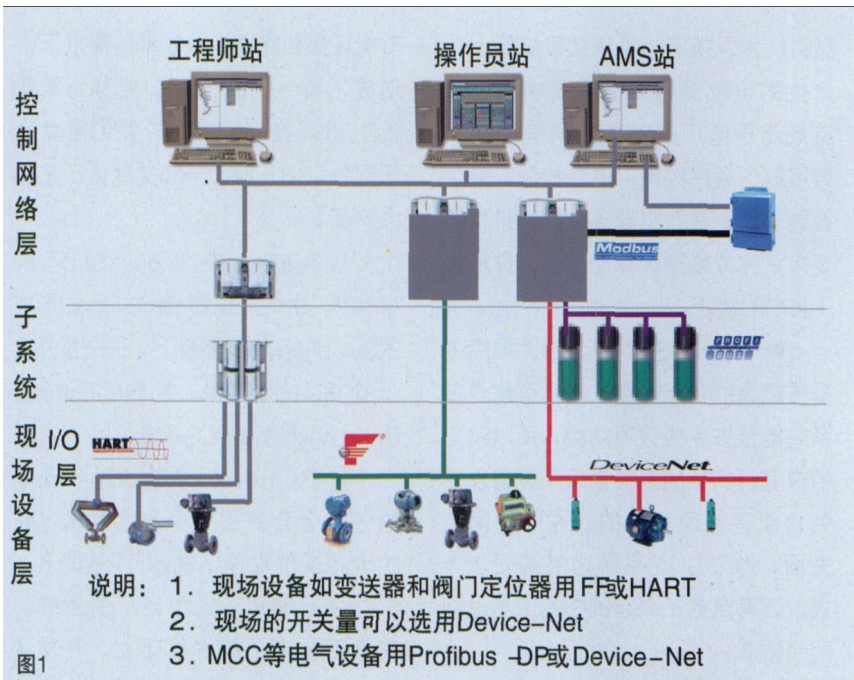
其中，过程接口为分散的ET200M I/O系统，使用PROFIBUS-DP与SPPA-T3000相连，PROFIBUS通信具有开放性，可以自由选择集中与远程安装，可连接马达控制中心(MCC)。

过程接口有标准I/O模块和特殊模块。标准模块为ET200M系列I/O模块，包括电源模块、总线模块、接口模块、信号模块，可做到冗余及模块热插拔。ET200站通过安装于主板的PROFIBUS-DP通讯处理器连接到电力服务器(AP)。这使SPPA-T3000与西门子的通信产品S7(PLC)、PCS7(DCS)有了一个通用的硬件平台，对提高性价比及备品备件管理等很有利。

特殊模块：主要指用于汽轮机控制的AddFEM高速I/O模块，可以冗余设置，具备模拟量和数字量的输入和输出及速度信号输入，具有短路保护。有快速准确的信号采集时间，与专用的FM458自动处理器扩展模块一起，可实现高性能要求的精确应用。

3、艾默生——在并购基础上形成的艾默生过程控制公用事业部发表了“PlantWeb 数字化工厂管控网”，它涵盖了DeltaV 和Ovation。Ovation是其前身西屋过程控制公司于1997年推出，是WDPF的更新换代产品，在电厂获得了广泛的应用。现对Ovation介绍如图1。

■ Ovation 网络是一个完全确定的实时数据传输网络。采用COST技术，网络相关硬件极易在市场上购得，不使用特殊网关、接口、网桥，具有所有网络的特性，如冗余、同步、确定和令牌传输，在与以太网、快速以太网、令牌环或其他拓扑结构相连时，使用TCP/IP，可以构成局域网(LAN)和广域网的信息系统。特性如表一所示。



表一	
速度	100Mbps
容量	200,000实时点/秒
长度	200公里
站点数	1000个
介质	光纤或者五类双绞线
通信标准	IEEE802-3
连接方式	每个节点引出两根网络线缆分别接至不同的交换机

■ Ovation控制器：采用32位Intel 系列处理器及PCI总线，内嵌多任务实时操作系统(RTOS)，内置Ovation和WDPF I/O接口；具有同时处理5个过程控制任务(由I/O过程点扫描，算法执行和输出扫描组成)，扫描频率从10ms到30s；每个控制器可以运行多达6000个控制组态页文件；SOE记录下用户设定的数字量输入变化状态序列的分辨率为1/8ms(控制器间的时间分辨率为1ms)；网络接口、功能处理器内存和网络控制器、处理器电源、I/O电源、输入电源、辅助电源、I/O接口，远程I/O通信介质均可以冗余设置，实时应用能够实现无扰动的冗余切换；控制器I/O能力为模拟量1024点，数字量(包括SOE点)为2048点，远程I/O最多8个节点，64个模块。

Ovation控制器支持FF, Profibus-DP,

DeviceNet三种现场总线标准，每个Ovation控制器最多支持24个网段(FF H1总线)，还可以采用以太网方式连接FF智能现场仪表。

另有仿真控制器仿真I/O和先进控制器，后者支持多变量控制(MPC)等先进控制。

Ovation控制器的技术可以用于同步多于一个工厂的生命周期内所需要的升级，技术永远移向更新和更好的平台，而且确保操作和维护成本更低。

■ 操作员用户界面有三个标准平台：PC(windows)，UNIX(solaris)和Java浏览器；操作员站允许对200,000个动态点进行访问，具有快速直接访问信息的能力。历史报警清单有5000条报警，具有过滤功能，将报警送至特定站或整个系统，即每个报警可以特定地表示它所在的控制区域；过程画面可超过25000幅；工程师站除包含了操作员站的功能外，还能提供创建编辑和下载过程图像、控制逻辑和过程点数据库的必要工作，还包含“工程工具”用于组态和维护，提供一套安全、简单易用的图形界面重要数据库。

Ovation 历史站具有高速、高效和高度灵活的特点，过程数据可以以

0.1秒或1秒的时间间隔扫描和存储,可存20000个实时过程数据点;基本历史站软件包可将收集到的数据归档到光盘内,以便长期存储;通过模拟量数据压缩模块,可优化存储内存;可完成SOE列表,并搜寻列表后首发事件。

相应软件系统中,组态建立器(Builder)、控制建立器、图形建立器、安全建立器、测点建立器,高效工具数据库等构成一套高效工具,如安全建立器提供安全保护机制,可就地和远程两种安全保护,允许定义多个级别进入系统,可按用户姓名或设备功能甚至逐点分别设置安全界面。

### 国内DCS系统现状

近20年来,国内在原来DDC直接数字控制技术自行研发和工控机应用的基础上,在对国外DCS的工程应用及技术引进的基础上,逐渐形成了独立自主的DCS产业,特别是在大型火力发电厂中的应用国产DCS已取得了可喜的业绩。现对国电智深、和利时、上自仪三家相关DCS进行介绍。

1. 国电智深——在多年DCS应用实践经验的基础上,在技术引进的基础上,形成了具有自主知识产权的EDPF-NT、EDPF-NT<sub>+</sub>和EDPF-BA的EDPF系列产品。其中EDPF-BA在传统的DCS框架下进一步融合PLC的特点。现以火电厂应用较广的EDPF-NT进行阐述。

■ EDPF-NT系统网络采用100Mbps或1000Mbps交换式工业以太网,拓扑结构为星形/环形/树形,可实现多重化冗余。如河北龙山电厂一期2×600MW DCS项目中单元机组DCS为环形网络,公用DCS为星形网络,其之间通过专用网络路由器实现隔离。这样可以保持网络的相对独立,又可保证两台单元机组之间操作备用和操作互锁。网络负荷<10%,提高了通信的可靠性。

采用专用路由器公用系统方案的多广播域技术,可达250个域×250个站,做到不增加网络负荷率。

■ 控制器采用Pentium 400M Hz CPU,为独有的模块式设计,冗余配置,最快处理周期50ms,控制处理能力为999个控制页。

■ I/O除温、压、液、流等输入信号外,还有电压、电流、电气PT和CT信号,频率和脉冲等,而且采取强化结构设计,全封闭机构,防尘、防静电、抗电磁干扰,采用光电隔离技术,实现与外部的电气隔离和各回路的电气隔离,有专门的SOE模块,容许模拟量输入模块不同信号类型混排,模拟量输入精度为0.1%。采用Profibus-DP技术。环境温度为-20℃~65℃,湿度10%~95%RH。

■ 各级供电电源采用冗余电源及配电装置。

■ 人机界面为全中文,画面刷新时间<1s。

操作响应时间<2s,画面数据刷新时间<0.5s。

■ 实时数据库容量250×5120点,可做到不同控制器点名可重名。10万点数据更新占CPU2%的负荷以下,4万点检索占CPU8%负荷以下。

■ 关于SOE时间顺序记录功能是通过高精度GPS授时装置,经控制器为各SOE模块提供高精度的同步时钟信号,做到整个系统SOE的分辨率<1ms。

■ 控制算法做到跟踪状态、串级跟踪、低选跟踪、高选跟踪、升禁止,降禁止,到达高限,到达低限等8种约束状态的动态判断及在这些约束状态下的快速返回,提高了控制回路的响应速度,可满足超临界机组对控制快速性的要求。

■ EDPF-NT的DEH系统控制周期可小于10ms,系统控制精度高,智能型的伺服、功放功能合一的模块,使系统简洁可靠,和整个DCS系统同在一个高速数据公路上,实现系统级

上的一体化。

■ 可靠性:可利用率>99.95%,网络、控制器、电源、重要I/O卡均可冗余。

2. 和利时:自90年代以来,历经了HS-DCS-1000、HS-2000、MACS直至现今主推的HOLLIAS系统,在大型火电厂中主要使用HOLLIAS-MACS-S,有符合汽轮机控制要求的HOLLIAS DEH(汽轮机数字式电液控制系统)和ETS(汽轮机紧急跳闸系统),和HOLLIAS-MACS构成一体,满足大型电厂控制和安全生产的要求。在管控一体化方面,HOLLIAS具有MES功能,在开放的实时/关系数据库基础上,有子系统模块,可以满足电站信息化的需求。

3. 上自仪:上海自动化仪表股份有限公司经历了100年的历史积淀和16年的创新发展,成为国内首家自动化仪表行业的上市公司,而且成为上海电气集团的一部分。与国家核电共同组建了国核自仪系统工程有限公司,逐步做到具备核电工程仪控系统设计、控制系统集成、核电仪控设备成套供应等的能力,并拥有自主知识产权,形成较大规模批量化建设中国品牌核电站的能力。

大型火电站采用MAX DNA的DCS于2007年5月完成湖北襄樊电厂2×600MW超临界机组自控工程投入商业运行,至此,跻身于国产DCS应用于大型火电站的行列。上自仪DCS产业起源于1991年,作为国家DCS产业的布点项目,在当时的经贸委、机械部、电力部的主导和推进下,技术引进美国利诺(Leeds & Northrup)公司的MAX1000分散型控制系统及其工程技术,该公司现更名为Metso Automation MAX Control Inc.,是具有80多年历史的电站控制系统产品制造商和服务提供商,是世界上最早的全电子控制系统的公司之一。上自仪开发了具有自主知识产权的SUPMAX500, SUPMAX800,

2000年在山东章丘2×135MW机组上SUPMAX800获得成功,实现了DAS, MCS, FSSS, SCS, ECS, BLS, DEH, ETS等功能。尔后又完成SUPMAX1000(升级为MAX DNA)及SIMAX的产品鉴定。上自仪是一个I&C(仪表和控制)业务全面的公司,制造的监测仪表、执行器可适用于电厂。所以向工程总承包过渡,成为MIV(或MAC)的可能性很大。关于电厂工程经验方面,直接能量平衡(DEB)已有多年实践经验。DEB能够最大限度地利用锅炉的储存能量,驱动汽机调解法,从而在最大变化率下获得负荷需求的线性响应,协调锅炉和汽机运行,提供限制和甩负荷动作,确保发电机组的安全性,在设备受到限制或不能响应时限制其变化率,仍继续能保持机组的运行。所以上自仪组建火电厂I&C的工程公司是有基础的。

### DCS分析比较的结论

通过上述三章的综述,可以看出国产DCS已经达到或接近国际先进水平。

- 反映水平的技术指标具体是指网络结构、硬件体系、软件体系及系统容量、系统实时性、系统人机界面、系统现场借口、系统控制功能、系统精确度、系统灵活性和可扩展性、系统可靠性、可用性、可维护性、系统稳定性和系统安全性等。如何进一步科学地评比这些指标,是当今制造业的任务。

- 国产DCS的性价比高,适合在300MW以下机组中选用,在600MW以上机组可逐步扩大应用范围。

- 国内DCS企业对大型电厂的工程能力有待在实际工程锻炼中进一步提高。

- 国内DCS企业应加强研发力量,在DCS中尽快解决与FF、

Profibus-PA等现场总线仪表连接的工程实践,EDDL设备描述语言技术,可互操作性技术的应用等专项技术。

- 加强管控一体化,电控、仪控一体化的应用技术的工程实践,特别是加强“资产管理”专项技术的实践。

- 加强功能安全技术的研究。

- 在引进国外特大型机组DCS应用工程中,把国内制造厂作为最终用户的伙伴,参加进去,从中吸取国外先进技术和工程管理经验,并为最终用户在该机组的运行、维护保驾护航。■

### 文章编号: 090805

发送短信“文章编号+评语代码”

13910217921,告诉我们您对此文意见。

- 1- 很好,有很高的参考价值
- 2- 一般,有一定的参考价值
- 3- 不好,没有参考价值

上接P31页

而RFID技术,由于其标签经过特殊设计,可以承受严酷的环境,它们一旦被置于车体内,就可以反复使用——在某些情况下可以使用数十

年——以跟踪车辆的生产流程。如果安装一个RFID载体的成本是\$100,而整个工厂需要安装1000个RFID载体,那么总费用也只有\$100,000,这仍远远低于一个机器人的价格。而且,这种投资可以作用多年,几乎无须维护,更没有重贴条形码所带来的生产时间浪费。

除了这些优点,RFID技术通过对控制环境增加简单的附件,提高了数据的管理能力。使用合适的接口技术,从RFID识别设备获取的数据可以通过工业网络通讯,例如Profibus-DP、DeviceNet、Modbus TCP、Profinet、EtherNet/IP等等,允许用户将RFID设备与工厂中现有设备接

口,存储数据并控制流程。

在现有的控制系统中增加RFID,用户可以更快地体会到投资回报率。通常,在网络的单一节点上只能安装2个网关的RFID设备。然而,最近的系统升级允许一个节点连接8个网关的RFID设备。而且,在网络中的同一节点上允许同时安装RFID设备、模拟设备和离散I/O节点,而无须使用两个独立的通道。这种方法,将RFID设备引入现有网络就如同在通道上增加一个分支一样简单——可以构成全面的、便于使用和持久的解决方案。■

翻译: 辛磊夫

### 文章编号: 090804

发送短信“文章编号+评语代码”

13910217921,告诉我们您对此文意见。

- 1- 很好,有很高的参考价值
- 2- 一般,有一定的参考价值
- 3- 不好,没有参考价值



当RFID技术被置于标准传感器外壳内,对于那些熟知流水线传感器安装的操作人员来说,它就更便于使用了。